

汚水生物による生態実験についての試み

—— ユスリカ幼虫群の行動を中心として ——

小 林 敬

1 はじめに

ユスリカ幼虫の実験的な集団について観察しているうちに、これら汚水に住む生物群が、生徒実験の材料として多くの利点をもっていることに気づき、その活用のしかたについて検討してみた。

最近、探究的な実験ということがしきりにいわれるが、実験の過程に推理や仮説のうまれるような観察は有意義である。その点で汚水生物群の動態はきわめて興味深いものがある。また、ユスリカ幼虫やイトミミズは釣餌として売られているほか、いたるところの汚水に生息していて入手が容易であるうえに飼育にも手がかからない。年間を通じていつでも採集できることも大きな利点である。

以下、生徒実験への展開を考えながらおこった、汚水生物群についての基礎的な実験の結果について報告したい。

2 実験的な汚水の生態系におけるセスジユスリカ幼虫の行動

セスジユスリカ (*Tendipes dorsalis* Meigen, 以下単にユスリカと略称する) の幼虫を 1968 年 12 月初旬に新潟市寺尾の用水堀で大量に採集し、中型ガラス水槽に移してそのまま放置した。約 1 ヶ月の後に、幼虫のかなりの数が死亡し、それにともなって水槽内の微生物相もいろいろに変化した。この水槽内の実験的な生態系と対照するために、1969 年 1 月中旬に、前回よりやや少ない数のユスリカ幼虫群をもって第 2 の系をつくったが、2 つの水槽内生態系の遷移は、出発点がちがうためかなりちがったものになった。しかし、スケールの小さな生態系では、特に初期の動態が複雑なうえに再現性がほとんど不可能であり、そのため適確に実態を表現する資料を得ることはむずかしい。ただ、系の変動の指標と考えられそうな行動がユスリカ幼虫群におこった。

ユスリカ幼虫群を少量の泥と一しょに水槽中に移すと、はじめの頃は水底の泥に巣穴をつくってそこにいる。そのうちに巣穴を出て水槽のガラス壁面につくものや、巣穴を出るだけで水底にいるもの、あるいは水面近くに浮上してくるもの、などさまざまに生活の場を広げてくる。また、ガラス壁面についてユスリカ幼虫の多くは、頭部、あるいは頭部と尾部を壁につけて体をゆする運動をおこなう。この「ゆすり運動」にも系の状態の反映がみとめられる。実験的な汚水生態系でのこのようなユスリカ幼虫の行動は、およそ次の 3 つのタイプに大別された。

- (1) 水槽内を時刻によって上下する日周的な行動
- (2) 水槽の一面に集合する走光性としての行動
- (3) 水温や溶存酸素と関係をもって速さを変えるゆすり運動

このうち走光性は、もっとも単純な要因によるものだが、ガラス水槽を置く場所によって光量の差が壁面にできた時に、強い光の当たるがわ、たとえば窓側に集まってくるというものである。この実験は、

黒ビニールなどをつかっても簡単にできる。しかしその他の行動の解析は、容易ではない。

3 ユスリカ幼虫生息域の溶存酸素

「汚水」という言葉をどのように定義するかということはむずかしいことだが、常識的に汚水とよばれる水域は、有機物が豊富でバクテリアの作用がさかんである。そのほかの微生物も多いであろう。そのためにおこる酸素の欠乏状態に対して、ユスリカ幼虫群はどのような反応を示すであろうか。これを明らかにするために、前述の2つの水槽内で溶存酸素量を測ってみた(表-2)。測定はウインクラー法による。ここで水槽Aは、多数のユスリカ幼虫を入れ約1ヶ月放置したもの、水槽Bは、Aと対照するためにユスリカ幼虫をAの場合よりは少なくし、緑葉をもつエビモを入れている。また水槽Cは、メダカやフナがいて、クロレラなどの藻類の発生していた水槽である。

(表-1) 飼育水槽内の溶存酸素量

試料の採取箇所	Aの表層		Aの中層		Aの底面		Bの表層	Bの底面	Cの中層
水温	105℃	100℃	105℃	100℃	105℃	100℃	10.0℃	10.0℃	13.5℃
酸素飽和度(%)	9.1	120	18	5.6	0	29	42.5	15.0	90.9

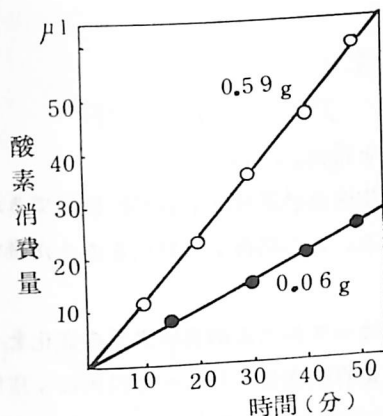
ユスリカ幼虫群の生息している2つの水槽では、溶存酸素量がひじょうに少なくなっているが、特にAの底面では0に近い。それでもユスリカ幼虫は生活している。しかし、早朝(水温10℃)は、底面でも酸素が増し、他の部分でも日中よりは多くなっている。これとユスリカ幼虫群の行動は、きわめてよくむすびつく。たとえば溶存酸素が少ない時には次第にガラス壁面の上部に集まってくるが、Bの水槽程度の酸素量であれば、水底で生活するものばかりになる。いったんガラス壁の途中や水面近くに集まった状態でも、この上から如露を用いて水を加えれば、たちまち底へ沈む。

溶存酸素が少なく、ユスリカ幼虫群が顕著に日周期的な行動をくりかえしているAの水槽では、大量の微生物が発生していた。おもにツリガネムシやゾウリムシなどのせん毛虫類を主体とする原生動物群とバクテリアであるが、水面に近いあたりの水を50mlとり、ミリポアフィルターでろ過したのちに乾燥量ではかったところ、Aでは0.0022g、Bでは0.0012gでやはりAの方が多かった。これら微生物の呼吸作用が、水槽内の溶存酸素量を少なくし、ユスリカの行動に関係し、またそのユスリカの呼吸作用が、微生物群に影響を与えて、遷移に関係をもつことはじゅうぶん考えられることであった。

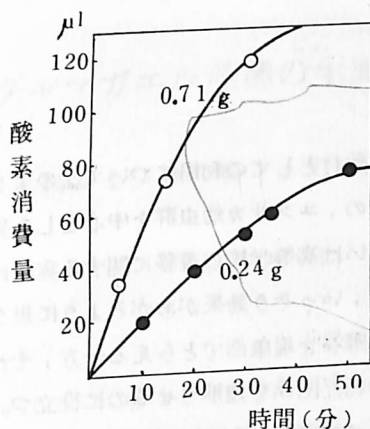
4 ユスリカ幼虫の呼吸量

貧酸素状態におかれながら生活しているユスリカ幼虫には、呼吸に関して特別な機序があるとも思えるので、その手がかりをつかむためにプロダクトメーター(日光科学製)で呼吸量を測定してみた(図-1)。プロダクトメーターは、小型の動物の呼吸量をしらべるのにひじょうに適している。短かい時間で結果が出せるように、約100個体のユスリカ幼虫をスポイトで集め、呼吸量を測定するのに、簡単に水切りして生重量をはかったところ、0.59gあった。さらに約20個体0.06gのユスリカ幼虫について、同様に呼吸量を測定した。また、ユスリカ幼虫と比較するために同じ水槽中にいたイトミミズについても測定した。いずれも温度条件を変えて何回かおこない、あとで0℃1気圧の量に換算した。

イトミミズの場合は、若干時間とともに呼吸量が減少してくるような傾向がみられるが、容器の中で



(図-1) ユスリカ幼虫の呼吸量



(図-2) イトミミズの呼吸量

個体が集まり、丸
くなって表面積を
減ずるためである
かもしれない。

イトミミズは、
ユスリカよりもは
るかに呼吸が盛ん
であった。

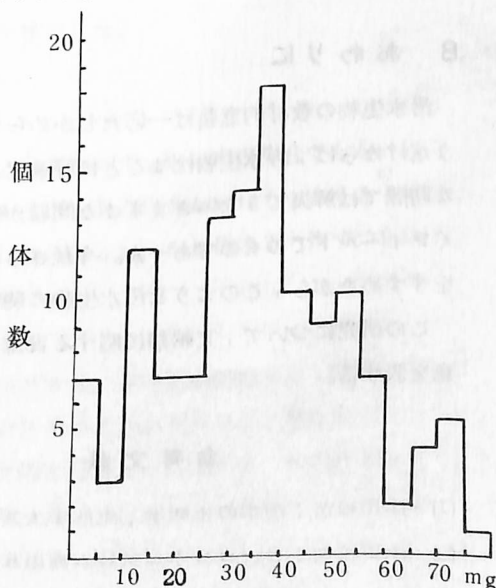
5 ユスリカ幼虫群の年令構成

同じ時期に採集したものでもユスリカ幼虫の大きさはさまざまである。大きさのちがいは脱皮と関係があるので、呼吸量の測定の際に用いた136個体について1個体あたりの生重量をはかってみた。幼虫群の年令構成は、実験集団の動きには直接関係がないが、基礎的資料としての意味はある。測定は、1個体ずつ柄つき針でとりだし、葉包紙の上でよく表面の水をぬぐったあとで化学てんびんにのせておこなったが、よみとりの誤差をふくめても1/10程度の誤差範囲におさまったので、頻度分布を0005とした。ある種のユスリカ幼虫の生存年数は1~2年間といわれるが、産卵時期は不確定であるらしく、調査した範囲では5令ぐらいの差がみとめられた。

6 ユスリカ幼虫の運動

泥に巣穴をつくってその中にいるユスリカ幼虫は、頭部を出して運動している。しかしガラス壁面についているものでは、頭部と尾部と両方をつけてゆずる場合と、頭部だけをつけてゆずる場合があり、ともに気管鰓が尾部の方にあるところから、このゆすり運動は、あきらかに呼吸運動であろう。しかしこの運動は機械的のように見えてそうでもなく、単位時間の運動数を数えてみても測定途中で止めるものもあれば、速さを変えてしまうものもあってなかなか平均的な値をとることはむずかしい。またはじめに考えたような、温度や溶存酸素量との相関をとるには、変動が大きすぎた。平均的なゆすり回数

の基準とするために10~20個体についての平均をあげれば、水温11℃のガラス壁下層のもので、1分間に



(図-3) ユスリカ幼虫の重量頻度

107.5回、中層で108.2回とほとんどかわらなかったが、水温8℃では66.0回とかなり水温の影響がありそうな値となった。

7 考 察

以上の実験観察から、教材としての利用について次のような結論を得た。

(1) 放置した水槽の中の、ユスリカ幼虫群を中心とした実験的な生態系の遷移は、容易に検討できる対象として、中学校あるいは高等学校の遷移に関する実験になりうる。この場合、出発点をかえた幾つかのタイプを用意すれば、いっそう効果があがるように思う。

(2) 水槽内の微生物の遷移を現象面でとらえる一方、それにともなっておこる溶存酸素量の変化をくれば、環境と生物の相互関係を理解させるのに役立つ。また、溶存酸素量をしらべる技術は、生態実験の基礎的な技術としての価値もある。

(3) 呼吸量の測定を、動物の行動とむすびつけて探究的にあつかうことで、個体レベルの機能を個体群以上の現象とむすびつけることが可能になる。この場合、ユスリカ幼虫やイトミミズなど小型の動物および微生物がその対象となることで、プロダクトメーターの使用が可能になり、呼吸量測定が容易になり好都合である。

(4) ユスリカの年令構成をしらべる方法として重量頻度をとったが、これは体長頻度でもよく、個体群の構造をしらべるための基礎的な実験方法として意義がある。統計的处理によってすすめる集団のあつかい方の基礎として、高等学校あたりでとりあげてみることも考えられよう。

(5) その他、考えられる実験としては、分類に関係してイトミミズとユスリカ幼虫の生材料を検鏡比較することや、貧酸素状態の汚水で生活するこの二種の動物の形態的機能的適応についてのことがあげられる。

8 おわりに

汚水生物の教材の意義は一応たしかめられた。生徒実験として概論的に生態系の構造や動態をあつかうだけならば、汚水生物はまことに好適である。しかし、そのひとつひとつの事実については、わずかな時間では解決できないさまざまな問題が残されている。しかもこれまでの汚水生物に関する研究は多くフィールドでのものであった。今後さらに、これまでどおり生徒実験への展開を考える立場での研究をすすめながら、このような汚水生物に関する基礎的な研究もおこなってみたいと思っている。

この研究について、文献類に関する貴重なご教示をたまわった新潟大学本間義治先生に心から感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 津田松苗：汚水の生態学，生態学大系第6巻応用生態学(1)(1962)
- (2) 津田松苗：ヨナロン：エスロム湖のユスリカの人工動態，淡水生物第8号(1962)
- (3) 斎藤洋子：プロボスト：フロリダのユスリカ禍，淡水生物第8号(1962)
- (4) Walshe, B.M.: The function of hemoglobin in *Chironomus plumosus* under natural conditions. *J. Exp. Biol.*, 27:73-95(1950)